Beobachtungen über Schwankungen
in der
Zusammensetzung eines Canalwassers und deren Einfluss auf ein Flusswasser.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der Medicin und Chirurgie,

welche

mit Genehmigung der hohen medicinischen Fakultät

der

vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

zugleich mit den Thesen

Freitag, den 27. Juli 1894, Vormittags 11 Uhr

öffentlich vertheidigen wird.

Friedrich Thusius

approb. Arzt aus Lauban.

REFERENT: Herr Prof. Dr. **Renk.**

OPPONENTEN:

Herr **Hübner,** prakt. Arzt.

Herr **Hellmann,** cand. med.

Halle a. S.

Plötz'sche Buchdruckerei (R. Nietschmann)

1894.

Imprimatur:
Dr. Ackermann,
h. t. Decanus.

Seinen lieben Eltern

in herzlicher Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.

Wenn man die hygienische Litteratur der letzten Jahrzehnte durchblättert, so findet man nur wenige Gegenstände, die das allgemeine Interesse mehr in Anspruch genommen haben und noch nehmen als die Frage der Beseitigung der städtischen Unratstoffe und deren Ueberweisung an die Flussläufe. In der Entwicklung dieser Angelegenheit erscheint in neuerer Zeit als ein besonders wichtiges und förderndes Moment das Vorgehen der Stadt München, welche, gestützt auf die Gutachten v. Pettenkofer's und seiner Schüler, ihre bevorzugte Lage an einem wasserreichen und schnell fliessenden Strome ausgenutzt hat, um unter Durchführung der allgemeinen Schwemmkanalisation ihren ganzen Unrat mit Einschluss der menschlichen Fäkalien der Isar zur Verdauung zu übergeben. Hiergegen erhoben zwar zunächst die Stadtgemeinden Freising, Landshut u. a. an der unteren Isar, welche ein unmittelbares Interesse an diesem Vorgehen Münchens hatten und sich durch dasselbe geschädigt glaubten, energischen Protest und brachten ebenfalls Gutachten von Fachmännern vor, welche eine Verunreinigung der Isar durch die Münchener Abwässer und somit eine Gefahr für die Städte nachzuweisen versuchten. Aber es gelang Pettenkofer und seinen Schülern, durch die sorgfältigste Untersuchung des Isarwassers überzeugend darzulegen, dass die Isar vermöge ihrer Wassermenge und ihres Gefälles wohl imstande sei, die Abwässer Münchens in sich aufzunehmen und derart zu bewältigen, dass sie den Ortschaften unterhalb ein Wasser liefert, welches dem Flusswasser oberhalb Münchens um nichts nachsteht.

Dieses Vorgehen der Stadt München war durchaus nichts Neues gewesen; denn schon vor München hatten andere deutsche Städte die Schwemmkanalisation eingeführt und in die Flüsse abgeschwemmt, wenn auch nicht mit dem gleich günstigen

Erfolge wie München. Und gerade die ungünstigen Erfolge solcher Städte wie z. B. Frankfurt a. M. haben darauf hingedrängt, die Lösung der Frage auch auf anderem Wege in Angriff zu nehmen. Es entstanden so die Berieselungsanlagen von Berlin, Breslau, Danzig, und wurden andererseits die chemischen und physikalischen Reinigungsverfahren nach den Systemen von Röckner-Rothe, Müller-Nahnsen und anderen ins Leben gerufen. Abschliessende Urteile über die Erfolge der verschiedenen Verfahren fehlen noch, und so stehen die Ansichten über deren Zulässigkeit und Brauchbarkeit noch ziemlich ungeklärt einander gegenüber. Die Einen verwerfen die Einleitung der Canalwässer in die Flussläufe überhaupt, wobei sie entweder den hygienischen Standpunkt oder den wirtschaftlichen in den Vordergrund stellen, indem sie betonen, dass durch die Einleitung in die Flüsse die in den Abwässern enthaltenen Düngstoffe der Landwirtschaft entzogen werden; Andere wollen die Einleitung des Canalinhaltes in die Flüsse nur unter der Bedingung zulassen, dass er zuvor durch geeignete Vorrichtungen wie die oben erwähnten einer Reinigung unterzogen würde. Pettenkofer und seine Anhänger vertreten mit grosser Consequenz die Ansicht, dass zwar nicht unter allen Umständen, aber doch unter gegebenen Verhältnissen, die Einleitung der Abwässer in die Flussläufe unbedenklich geschehen könne, dass dabei aber die Wassermenge und die Stromgeschwindigkeit des Flusses entscheidend sei, und zwar könne jeder Fluss die ihm zugeführten Abwässer bewältigen, wenn er mindestens die 15 fache Wassermenge von der des Canals und keine geringere Geschwindigkeit als das Canalwasser habe [1]).

Schon im Jahre 1873 stellte sich die preussische Regierung, um eine Norm zu schaffen, gestützt auf das Gutachten der Königlich preussischen wissenschaftlichen Deputation zu Berlin, auf den Standpunkt, dass die Einleitung ungereinigter städtischer Abwässer unter allen Umständen unzulässig sei. Indessen zeigte es sich bald, dass man die Frage nicht so einfach abthun

[1]) v. Pettenkofer, Die Verunreinigung der Isar durch das Schwemmsystem von München.

könne, sondern dass man sie von Fall zu Fall und unter Berücksichtigung aller einschlägigen Momente behandeln müsse. Dieser Auffassung verschafften namentlich Geltung die Bemühungen des Vereins für öffentliche Gesundheitspflege, welcher in wiederholten Eingaben an die Reichsregierung (15. Okt. 1876, 3. April 1878, September 1891) dahin vorstellig wurde, dass bei allen Flüssen und öffentlichen Wässern des deutschen Reiches, welche für die Aufnahme städtischer Abwässer in Betracht kommen, systematische Untersuchungen angestellt werden sollten, um möglichst bald exakte Normen über deren zulässige Verunreinigung zu gewinnen; und zwar sollen besondere Reinigungsanlagen für die Abwässer vor Einleitung in den Fluss nur dann gefordert werden, wenn durch specielle örtliche Untersuchungen ermittelt ist, dass die selbstreinigende Kraft des Flusses nicht ausreicht. Auch das Kaiserl. Gesundheitsamt teilte diesen Standpunkt des Individualisierens, wie aus einer ansehnlichen Reihe von Gutachten über Flussverunreinigung, erstattet von den Herren Professor Renk und Regierungsrat Ohlmüller, hervorgeht.

Zur Zeit geht auch die Stadt Halle a. S. damit um, im Laufe der nächsten Jahre ihre Canalisation modernen hygienischen und technischen Anforderungen entsprechend umzugestalten, wobei sie mit der Fortführung ihrer Abgänge auf die Saale angewiesen ist. Mit Rücksicht darauf werden im hygienischen Institut der Universität Halle Untersuchungen angestellt, welche zeigen sollen, ob die Saale fähig ist, den Unrat der Stadt Halle aufzunehmen und unschädlich zu machen, und inwieweit die zur Zeit bestehenden Einrichtungen der Canaleinleitung in die Saale den hygienischen Anforderungen genügen oder verbesserungsbedürftig erscheinen. Bei Ausführung solcher Untersuchungen hat es sich als unerlässlich erwiesen, eine Reihe von Vorfragen zur Erledigung zu bringen, bevor man daran gehen konnte, den ganzen Einfluss einer Stadt auf einen Fluss zu übersehen. Eine dieser Vorfragen habe ich auf Veranlassung des Herrn Prof. Renk in Angriff genommen, indem ich mir die Aufgabe stellte, zu untersuchen,

in welcher Weise die Zusammensetzung des aus Halle ausfliessenden Canalwassers im Laufe des Tages in seiner Beschaffenheit schwankt, da eine derartige Kenntnis von Einfluss sein muss auf die Vornahme weiterer Untersuchungen. Gleichzeitig suchte ich aber auch festzustellen, wie das von mir untersuchte Canalwasser sich in dem Saalearm, der es aufnimmt, verhält.

Ich schicke der Beschreibung der Versuche eine kurze Angabe über die Canalisationsverhältnisse in Halle, wie sie zur Zeit bestehen, voraus. Die Abwässer der Stadt Halle, von denen die Fäkalien nominell ausgeschlossen sind, verlassen die Stadt in sieben getrennten Canalsystemen, welche sämmtlich ihren Inhalt der vorüberfliessenden Saale zuführen. In dem jüngsten dieser Canäle, welcher im Jahre 1886 angelegt, den Abgang des südlichen Stadtteils aufnimmt und am weitesten oberhalb in den noch ungeteilten Strom mündet, erfährt das Canalwasser vor seiner Einleitung in den Fluss eine Reinigung nach dem System Müller-Nahnsen. Die übrigen sechs Canäle dagegen ergiessen ihren Inhalt ungereinigt in schmale Seitenarme der Saale, in die Gerbersaale und den Mühlgraben. Aus äusserlichen Gründen war es mir nicht möglich, alle sieben Ausflüsse gleichzeitig in Angriff zu nehmen; ich glaubte mich vielmehr auf einen günstig gelegenen Canalauslass beschränken zu sollen und zwar auf den am weitesten unterhalb gelegenen, der oberhalb der sogenannten Steinmühle in dem Grundstücke der Fabrik von Jentzsch in den Mühlgraben so einmündet, dass bei mittlerem und niederem Wasserstande das Wasser aus dem Canal in den Mühlgraben, dessen Spiegel tiefer liegt als die Canalsohle, aus geringer Höhe hinabfällt. Im Mühlgraben, der in der Gegend des Canaleinlasses eine Verbreiterung um etwa die Hälfte seines Bettes erfährt, fliesst das Wasser ziemlich träge dahin, während die Geschwindigkeit des zufliessenden Canalwassers eine beträchtliche ist. Infolgedessen zieht sich das Canalwasser nach seinem Eintritte als ein ein bis zwei Meter breiter schmutziger Streifen am rechten Ufer entlang, ohne zunächst mit dem Flusswasser sich zu vermischen;

bald aber, ungefähr 50 Meter unterhalb der Vereinigung, treibt der Mühlgraben eine Mühle, und durch deren Räder wird eine gründliche Vermischung des Canalwassers mit dem Flusswasser bewerkstelligt, sodass weiter unterhalb die Zusammensetzung des Mühlgrabenwassers als eine gleichmässige angesehen werden kann.

Der eben beschriebene Canal war es, an welchem am 23. und 24. Juni 1893 die vorliegeuden Untersuchungen angestellt worden sind. Das Wetter war zur Versuchszeit trocken bis auf einen am 23. Abends gegen 7 h. fallenden mässigen Niederschlag. Der Wasserstand in der Saale war infolge andauernder Trockenheit aussergewöhnlich niedrig. Um die Zusammensetzung des Canalwassers zu den verschiedenen Tageszeiten kennen zu lernen, wurden von 11 h. Vormittags bis 11 h. Vormittags des folgenden Tages stündlich eine Probe, also im Ganzen 25 Proben, aus dem Canal, unmittelbar vor dessen Mündung, entnommen und untersucht. Beim Mühlgraben erschien eine zweistündliche Probeentnahme genügend; aus ihm wurden die Proben ungefähr 30 Meter oberhalb der Canalmündung und 500 Meter unterhalb derselben kurz vor seiner Vereinigung mit dem Hauptarme der Saale geschöpft, also an einer Stelle, wo das Canalwasser mit dem Mühlgrabenwasser schon vollständig vermischt ist. Schon die oberflächliche Betrachtung der geschöpften Proben liess den grossen Unterschied zwischen Canal- und Flusswasser deutlich hervortreten; das Canalwasser erschien dunkelgrau, fast schwarz, zeigte nach längerem Stehen einen dicken, schlammigen, schwarzen Bodensatz und verbreitete einen unangenehmen Geruch. Das Wasser des Mühlgrabens dagegen, oberhalb wie unterhalb, sah klar aus, zeigte nur einen spärlichen grünlichen Bodensatz und war vollkommen geruchlos. Ein Unterschied zwischen dem Flusswasser oberhalb und unterhalb war äusserlich nicht wahrzunehmen.

Da es unmöglich war, sämmtliche 51 Proben nach allen Richt ngen hin zu untersuchen, so musste ich mich darauf be-

schränken, einerseits die Hauptrepräsentanten der gelösten Stoffe, nämlich Rückstand und Chlor, und dann die ganze Menge der nicht gelösten Stoffe quantitativ zu bestimmen. Ausserdem hat aber auch der Assistent des Instituts, Herr Dr. Schäfer, die Proben auf Bakteriengehalt und Oxydierbarkeit untersucht und seine Resultate mir für die vorliegende Arbeit zur Verfügung gestellt, wofür ich ihm zu grösstem Danke verpflichtet bin. Die Untersuchungen wurden nach folgenden Methoden ausgeführt: Zur Bestimmung der nicht gelösten, suspendierten Stoffe wurde von dem gut umgeschüttelten Wasser je eine in untergestelltem Messgefässe gemessene Menge durch ein vorher getrocknetes und gewogenes Filter filtriert; die Filter wurden dann bei 100° getrocknet und darauf wieder gewogen. Die Differenz zwischen den Gewichten der Filter ergab das Gewicht der suspendierten Stoffe, welches dann nach Massgabe der filtrierten Wassermenge auf das Liter berechnet wurde. Der Rückstand wurde durch Abdampfen von je 100 cbcm. des filtrierten Wassers auf dem Wasserbade in vorher gewogener Porzellanschale, Trocknen der Schale bei 100° und wiederholte Wägung bestimmt. Die Differenz beider Gewichte ergab die Menge der in 100 cbcm. Wasser enthaltenen gelösten Substanzen, welche entsprechend auf den Liter umgerechnet wurde. Die Chlormenge fand ich in der üblichen Weise durch Titrieren mit salpetersaurer Silberlösung unter Zusatz von Kaliumchromat als Index. Bei einigen Canalproben, in denen sich Schwefelwasserstoff entwickelt hatte, musste derselbe zuvor durch Kochen beseitigt werden. Die Untersuchung auf die Oxydierbarkeit wurde von Herrn Dr. Schäfer nach der Kubel-Tiemann'schen Chamäleonmethode ausgeführt, die Zählung der Bakterienkeime nach der im Institute üblichen Methode: Verdünnen von 1 cbcm. der Probe mit 100 cbcm. sterilisierten Wassers und Aussaat von je $^1/_2$ und $^1/_4$ cbcm. der Mischung auf Gelatine, welche nachher in Doppelschalen ausgebreitet wurde. Letztere Arbeiten sind mit Rücksicht auf die hohe Temperatur zu damaliger Zeit unmittelbar nach der Entnahme der Proben in einem von Herrn Jentzsch bereitwilligst zur Verfügung gestellten Locale in der Fabrik ausgeführt worden.

Tabelle I.

Zusammensetzung des Canalwassers.

Zeit	Susp. Stoffe	Keimzahl	Rück-stand	Chlor	Oxydierbar-keit
11 h. a. m.	298	1131600	1426	236,68	—
12 h. m.	308	1799960	1447	232,80	—
1 h. p. m.	373	1496530	1488	244,44	46,22
2 „	378,6	1905670	1432	242,50	50,94
3 „	1184	2071970	2166	263,84	116,03
4 „	400	2078780	1454	242,50	67,92
5 „	388,7	2318000	1498	240,56	69,81
6 „	455	2557580	1583	226,98	70,75
7 „	1284	2587260	1592	248,32	73,58
8 „	517,8	2909660	1432	182,36	66,98
9 „	413	4333530	1388	186,24	65,07
10 „	209,7	4678730	1383	184,30	50,94
11 „	169,1	2250810	1317	186,24	52,73
12 h. m.	135,3	2375520	1287	182,36	46,22
1 h. a. m.	113	2240370	1286	186,24	48,11
2 „	73,8	1213830	1244	178,48	40,50
3 „	55,3	1022960	1235	176,54	42,45
4 „	31,8	885800	1309	174,60	41,51
5 „	91,2	847710	1357	170,72	34,91
6 „	92	741310	1348	178,48	40,56
7 „	378,6	558990	1384	209,52	66,98
8 „	373	2014220	1536	211,46	67,92
9 „	389	2825050	1383	240,56	67,92
10 „	193	2077580	1356	242,50	66,03
11 „	333,3	1216780	1562	232,80	70,68
Mittel	345,5	2005608	1436	212,08	59,34

Das Ergebnis der Untersuchung für das Canalwasser ist in Tabelle 1 zusammengestellt.

Die dort aufgeführten Zahlen bedeuten Milligramme im Liter; nur die Keimzahl ist auf 1 cbcm. zu beziehen. Unter Oxydierbarkeit verstehe ich Milligramme Sauerstoff, welche zur Oxydierung der in 1 Liter Wasser enthaltenen organischen Stoffe erforderlich sind. Um die Tabelle besser übersehen zu können, habe ich die darin enthaltenen Zahlen in Figur 1 graphisch dargestellt.

Wie vorauszusehen war, ist die Zusammensetzung des Canalwassers nicht eine gleichmässige, sondern eine zu den verschiedenen Tageszeiten durchaus verschiedene. Die grössten Schwankungen weisen Keimzahl und suspendierte Stoffe auf, welche zwischen 558990 und 4678730 Keime pro cbcm. resp. 31,8 und 1284 mg. pro Liter schwanken, weniger der Rückstand, dessen Menge sich zwischen 1235 und 2166 mg. p. L. bewegt, während der Gehalt an Chlor und oxydierbaren Substanzen ein ziemlich gleichmässiger ist; der Chlorgehalt schwankt zwischen 170,72 und 263,84 mg. p. Liter, die Oxydierbarkeit zwischen 34,91 und 116,03 mg. p. L.

Verfolgt man die Kurven der einzelnen Bestandteile in Figur 1, so zeigt sich bei allen eine deutliche Erhebung unter Tags und eine nicht minder deutliche Absenkung während der Nacht. Schon von 7 Uhr Abends ab sind alle Kurven mit Ausnahme derer für den Keimgehalt im Fallen begriffen, nach 10 Uhr sinkt auch letztere bedeutend ab. Dagegen erheben sich schon frühzeitig am Morgen wieder die Mengen des Rückstandes (von 3 Uhr an), die der suspendierten Stoffe (4 Uhr), während die Keimzahl erst um 7 Uhr ihr Minimum erreicht hat. Man könnte daher versucht sein, einen Unterschied zwischen Tagwasser und Nachtwasser zu machen, indem man Durchschnittswerte aus den Tagesstunden und solche aus den Nachtstunden bildet; allein ein solcher Versuch stösst wegen des eben angedeuteten Umstandes, dass nicht alle Kurven gleichzeitig absinken und ansteigen, auf Schwierigkeiten und wird immer etwas Willkürliches an sich haben. Ich habe unter Berücksichtigung der Kurven die Mittelwerte für den

Tag aus den Stunden 6 Uhr Morgens bis incl. 10 Uhr Abends und die für die Nacht aus den Stunden 11 Uhr Abends bis incl. 5 Uhr Morgens berechnet und dabei die folgenden Werte erhalten:

Tabelle II.

	Susp. Stoffe	Keimzahl.	Rückstand	Chlor	Oxydierbarkeit
Tagwasser	442,7	2183511	1492	224,82	66,14
Nachtwasser	95,6	1548143	1291	179,31	43,77

Betrachtet man nun die Kurven der einzelnen Bestandteile etwas näher, so zeigen dieselben ein recht verschiedenes Verhalten. Während Chlor und Oxydierbarkeit sich ziemlich wenig ändern und im Verlaufe ihrer Kurve nur den Unterschied zwischen Tag und Nacht erkennen lassen, sind alle anderen Bestandteile sehr beträchtlichen Schwankungen unterworfen, die aber nur selten parallel zu einander verlaufen. So zeigt die Kurve des Rückstandes 3 stärker hervortretende Maxima, um 3 Uhr p. m., 7 Uhr p. m. und wieder um 8 Uhr a. m. Mit diesen fallen nahezu die Maxima der Kurve der suspendierten Stoffe zusammen, dagegen weichen die beiden Spitzen der Kurve der Keimzahl von den eben erwähnten bedeutend ab und fallen auf 10 Uhr p. m. und 9 Uhr a. m. Was die Minima anlangt, so entsprechen den 3 Erhebungeu in der Kurve des Rückstandes 3 Minima, 11 Uhr a. m., 4 Uhr p. m. und 3 Uhr Nachts, den 3 Gipfeln der suspendierten Stoffe 3 Thäler um 10 Uhr a. m., 5 Uhr p. m. und 4 Uhr a. m, und entsprechend ihren 2 Gipfeln zeigt die Kurve der Keimzahl auch nur 2 Depressionen um 7 Uhr a. m. und 11 Uhr a. m.

Im Grossen und Ganzen stimmt dies Verhalten des Halleschen Canalwassers mit dem anderer Städte wie München überein. Die Zusammensetzung des Münchener Canalwassers hat Prausnitz in seiner Abhandlung über den Einfluss der Münchener Canalisation auf die Isar beschrieben. Er hat darin ebenfalls durch stündliche Untersuchungen die Schwankungen des Schmutzgehaltes innerhalb 24 Stunden gezeigt und

folgendes Verhalten konstatiert; eine bedeutende Zunahme aller in Betracht kommenden Bestandteile in den Morgenstunden gegen 9 Uhr und noch einmal Nachmittags von 5 bis 7 Uhr, eine Abnahme zur Mittagszeit zwischen 1 und 3 Uhr und wieder in der Nacht. Beim Halleschen Canalwasser fehlt zwar das Sinken des Schmutzgehaltes in den Mittagsstunden; im Gegenteil gerade zu dieser Zeit erreicht er seinen Höhepunkt; im Uebrigen aber zeigen das Hallesche und das Münchener Canalwasser in ihrem Verhalten grosse Aehnlichkeit, indem hier wie dort Morgens und Nachmittags ein Anwachsen, Nachts ein Sinken der Schmutzmengen stattfindet. Wodurch die erwähnte Verschiedenheit bedingt ist, lässt sich natürlich nicht mit Bestimmtheit sagen; doch ist dabei vielleicht nicht ohne Einfluss der Umstand, dass der von Prausnitz beschriebene Hauptkanal Münchens die Abwässer eines ungleich grösseren Gebietes, nämlich des vierten Teiles von München, aufnimmt als der betreffende Hallesche Canal, welcher nur einer von den 7 Canälen der viel kleineren Stadt Halle ist

Um ein Urteil über die Beschaffenheit des Halleschen Canalwassers zu gewinnen, habe ich in Tabelle 3 dasselbe mit den Abwässern anderer Städte zusammengestellt.

Tabelle III.

	Susp. Stoffe	Keimzahl	Rückstand	Chlor	Oxydierbarkeit
Halle	345,5	2005608	1436	212,08	59,34
München	—	287081	873,7	59,43	50,19
Berlin	536	38000000	850	167,5	—
Breslau	—	—	778,1	148,2	—
Frankfurt	1298	3000000	2256	—	130,31
Essen	542,3	2000000	1019	—	41,7
Mittel aus 16 engl Städten mit Schwemmsystem, incl. Fäkalien	446,9	—	722	106,6	—
Mittel aus 15 engl. Städten mit Abfuhrsystem, excl. Fäkalien	391,1	—	824	115,4	—

Der Vergleich lehrt, dass das Hallesche Canalwasser verhältnismässig arm ist an suspendierten Stoffen, bezüglich deren Menge es dem Mittel aus 16 englischen Städten mit Ausschluss der Fäkalien am nächsten kommt, reich dagegen an Bakterien, gelösten Stoffen und Chlor. Dem Münchener Canalwasser, welches einen hohen Grad von Reinheit hat, steht es entschieden nach.

Ich wende mich nun der zweiten Frage zu, welchen Einfluss das oben beschriebene Canalwasser auf das Wasser des Mühlgrabens, dem es beigemischt wird, ausübt. Tabelle 4 enthält die Untersuchungsresultate für das Mühlgrabenwasser oberhalb und unterhalb; auch habe ich die Differenz zwischen den oberhalb und unterhalb gefundenen Mengen für jeden Bestandteil und jede Beobachtung aufgeführt.

Es geht aus diesen Zahlen hervor, dass im Wasser des Mühlgrabens oberhalb der Canalmündung die Bestandteile, auf welche sich die Untersuchung erstreckt hat, in ausserordentlich grossen Mengen vorhanden sind; sie betragen im Durchschnitt für suspendierte Stoffe 35,2 mg. p. L., Bakterien 34133 p. cbcm., gelöste Stoffe 962 mg., Chlor 190,65 mg. und Oxydierbarkeit 6,114 mg. p. L. Namentlich ist der Gehalt an Bakterien, Rückstand und Chlor ein bedeutender; die Mengen von Rückstand und Chlor stehen nur wenig hinter denen des Canalwassers zurück. Es wird dies aber leicht verständlich, wenn man erfährt, dass die Saale, aus welcher das Wasser des Mühlgrabens stammt, bei Halle schon sehr verunreinigt anlangt, sodass wiederholt schon im hygienischen Institute im Saalewasser höhere Werthe für diese Stoffe gefunden wurden als an diesem Tage im Mühlgrabenwasser. Die suspendierten Stoffe schwanken z. B. im Saalewasser oberhalb Halle zwischen 30 und 40 mg., Chlor zwischen 82 und 246 mg., der Rückstand zwischen 530 und 1100 mg. und die Oxydierbarkeit zwischen 4,1 und 10,3 mg. p. L.

Tabelle IV.

Zusammensetzung des Mühlgrabenwassers oberhalb und unterhalb.

	Susp. Stoffe			Keimzahl			Rückstand			Chlor			Oxydierbarkeit		
Zeit	M. o.	M. u.	Diff.	Mühlgr. oberhalb	Mühlgr. unterhalb	Differenz	M. o.	M. u.	Diff.	M. o.	M. u.	Diff.	M. o.	M. u	Diff.
11 h. a. m.	20	30,2	10,2	24169	35754	11585	952	972	20	—	—	—	—	—	—
1 h. p. m.	21,2	30,6	9,4	26866	46662	19796	964	974	10	—	—	—	—	—	—
3 „	39,6	55,3	15,7	27977	47354	19377	974	1013	39	203,70	207,58	3,88	6,213	6,396	0,183
5 „	35,8	42,5	6,7	44339	61913	17574	943	970	27	195,94	197,88	1,94	6,846	6,886	0,040
7 „	60,4	76,3	15,9	50596	77361	26765	980	984	4	192,06	195,94	3,88	6,792	7,547	0,755
9 „	37,6	47,8	10,2	49086	84840	35754	967	974	7	186,24	188,18	1,94	6,792	7,075	0,283
11 „	26,7	31,8	5,1	39188	74386	35198	933	961	28	186,24	186,24	0	6,415	6,637	0,222
1 h. a. m.	30,8	31,6	0,8	22220	60797	38577	916	996	80	188,18	188,18	0	4,905	5,377	0.472
3 „	22,4	33,8	11,4	29948	51308	21360	945	960	15	188,18	192,06	3,88	5,188	5,754	0,566
5 „	24,2	31,6	7,4	34138	39895	5757	978	987	9	190,12	190,12	0	5,238	5,377	0,139
7 „	49,0	65,3	16,3	28886	39572	10686	982	995	13	190,12	190,12	0	5,377	5,754	0,377
9 „	59,4	70,8	11,4	39996	50096	10100	965	975	10	188,18	195,94	7,76	6,509	6,886	0,377
11 „	30,6	34	3,4	26320	32724	6404	1004	1006	2	188,18	190,12	1,94	6,981	7,735	0.754
	35,2	44,7	9,5	34133	54051	19918	962	982	20	190,65	192,94	2,29	6,114	6,493	0,379

Angesichts dieser Zahlen muss man sogar annehmen, dass am Tage der vorliegenden Untersuchung die Saale besonders reines Wasser führte; denn man darf nicht übersehen, dass der Mühlgraben oberhalb der Entnahmestelle schon die ungereinigten Abwässer aus 5 anderen Canalsystemen der Stadt aufgenommen hat.

Ich habe in Figur 2, 3 und 4 die Zahlen der Tabelle 4 graphisch dargestellt mit Ausnahme der Chlormengen und der Oxydierbarkeit, welche so geringe Schwankungen aufweisen dass deren bildliche Darstellung kein Interesse darbieten würde, und habe den Zeichnungen auch noch die entsprechenden Kurven für das Canalwasser beigefügt.

Es geht daraus hervor, dass auch im Mühlgrabenwasser im Laufe des Tages Schwankungen in den Mengen der einzelnen Bestandteile beobachtet werden, wenn auch lange nicht in dem Grade wie bei dem Canalwasser. Der Unterschied zwischen Tag- und Nachtwasser, welcher beim Canalinhalte so deutlich ausgesprochen erscheint, ist hier kaum mehr zu erkennen; wohl entspricht der Spitze in der Kurve der suspendierten Stoffe des Canalwassers um 7 h. p. m. auch eine deutliche Vermehrung dieser Stoffe im Mühlgraben oberhalb und unterhalb, und auch das Ende der 3 Kurven in Figur 2 von 4 h. a. m. an lässt ein analoges Verhalten erkennen, sodass man annehmen kann, dass auch in den übrigen Canalsystemen von Halle ein ähnliches Ansteigen und Abfallen der ungelösten Stoffe vorgekommen sein wird, wie bei dem untersuchten Canale. Keimzahl und Rückstand lassen dies nicht so deutlich erkennen.

Was nun die Hauptfrage anlangt, wieweit das Canalwasser das Wasser des Mühlgrabens verändert, so lassen die 3 Figuren und die Tabelle 4 eine Zunahme sämmtlicher in Betracht kommenden Bestandteile im Mühlgraben allerdings leicht wahrnehmen; doch stellt sich dieser Einfluss des Canalwassers als recht gering heraus.

Legt man die am Fusse der Tabelle 4 angegebenen Mittelzahlen zu Grunde und berechnet daraus die Zunahme unter dem Einfluss des Canalwassers in Procenten, so erhält man folgende Zahlen.

Die Zunahme beträgt

bei den suspendierten Stoffen . .	26,9 %
bei den Bakterien	58,3 %
beim Rückstand	2,1 %
beim Chlor	1,2 %
bei der Oxydierbarkeit	6,2 %

Demnach erfahren nur die suspendierten Stoffe und die Bakterienzahl eine erhebliche Vermehrung, während die der gelösten Stoffe als verschwindend bezeichnet werden kann. Es erklärt sich dieser Unterschied aus der Grösse bezw. Kleinheit der Differenzen zwischen Canalwasser und Flusswasser, wie aus folgendem Vergleiche der Mittelzahlen in Tabelle 1 und 4 hervorgeht.

Es waren gefunden worden:

	im Mühlgraben	im Canal
suspendierte Stoffe	35,2	345,5
Bakterienkeime	34 133	2 005 600
Rückstand	962	1 436
Chlor	191	212
Oxydierbarkeit	6,1	59,3

Setzt man die im Mühlgrabenwasser gefundenen Mengen = 1, so ergeben sich aus obigen Zahlen folgende Verhältnisse:

suspendierte Stoffe	1 : 9,8
Bakterienkeime	1 : 58,7
Rückstand	1 : 1,5
Chlor	1 : 1,1
Oxydierbarkeit	1 : 9,7

Demnach entspricht allerdings die Zunahme bei den einzelnen Bestandteilen nicht ganz den Verhältniszahlen zwischen Canalwasser und Flusswasser aber doch im Allgemeinen. Die Abweichungen von dem, was man zu erwarten hätte, wenn es sich um einfache Mischungsverhältnisse handelte, dürften sich unschwer daraus erklären lassen, dass einmal die vom Mühlgraben getriebene Mühle mit ihrem Wehre und die durch diese bedingte starke Bewegung des Wassers und ebenso an der Canalmündung das Herabstürzen des Canalwassers in den Fluss modificierend einzuwirken vermögen,

und andererseits erscheint es auch nicht ausgeschlossen, dass auf dem Wege zwischen den beiden Entnahmestellen im Mühlgraben unterirdische Zuflüsse von — vielleicht reinerem, wenigstens an ungelösten Substanzen ärmerem — Wasser erfolgen, welche entsprechend ihrer Zusammensetzung das Mühlgrabenwasser beeinflussen können. Derartige Zuflüsse entziehen sich natürlich der Beobachtung und damit auch der Abschätzung ihrer Wertigkeit.

Auf solche Zuflüsse scheint auch der Umstand hinzudeuten, dass eine Berechnung der Verdünnungsverhältnisse für jeden Bestandteil abweichende Zahlen ergiebt. Ich habe versucht, nnter der Annahme, dass das Wasser des Mühlgrabens unterhalb ein Gemenge aus Mühlgrabenwasser oberhalb und Canalwasser sei, die Mischungsverhältnisse aus den einzelnen Bestandteilen zu berechnen. Dabei hat sich Folgendes ergeben.

Auf 1 Liter Canalwasser treffen nach Massgabe der

Menge der suspendierten Stoffe .	31,6	Liter Flusswasser.
„ der Bakterienkeime . .	98	
„ des Rückstandes . . .	22,7	
„ des Chlors	8,3	
„ der Oxydierbarkeit . . .	139,7	

Bei so grossen Abweichungen halte ich es für zu gewagt, weitere Erklärungsversuche zu unternehmen; denn wer wollte angeben, welche von den gefundenen Zahlen das wirklich damals vorhanden gewesene Verdünnungsverhältnis angiebt.

Meines Erachtens genügt es vollauf, constatiert zu haben, dass der Einfluss des Canalwassers auf das Flusswasser sich als ein geringer erwiesen hat.

Für die hygienische Wertschätzung eines Flusswassers dürfte es ziemlich gleichgiltig sein, ob dasselbe 35 oder 44 mg suspendirte Stoffe, 962 oder 982 mg. Rückstand pro Liter enthält, ob es einen Chlorgehalt von 191 oder 193 und eine Oxydierbarkeit von 6,1 oder 6,5 mg p. L. zeigt und ob im cbcm. 34000 oder 54000 Keime enthalten sind. Beide Wässer, das oberhalb wie das unterhalb geschöpfte, wird kein Hygieniker als geeignet zum Genusse bezeichnen können. Die

geringe Zunahme aber der Bestandteile von einer bis zur anderen Schöpfstelle erscheint insofern interessant, als sie zeigt, wie wenig der Augenschein bei der Beurteilung der vorliegenden Frage verlässig ist. In der unmittelbaren Nähe der Canaleinmündung erweckt das Mühlgrabenwasser den Eindruck einer hochgradigen Verunreinigung, da hier Canalwasser und Flusswasser noch eine Strecke weit ungemischt nebeneinander fliessen; untersucht man aber weiter unterhalb nach völliger Durchmischung von Canal- und Flusswasser, so findet sich ein kaum nennenswerter Einfluss.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Renk, für die Ueberweisung der Arbeit und für die überaus liebenswürdige Unterstützung bei Ausführung derselben meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Fig. 1.

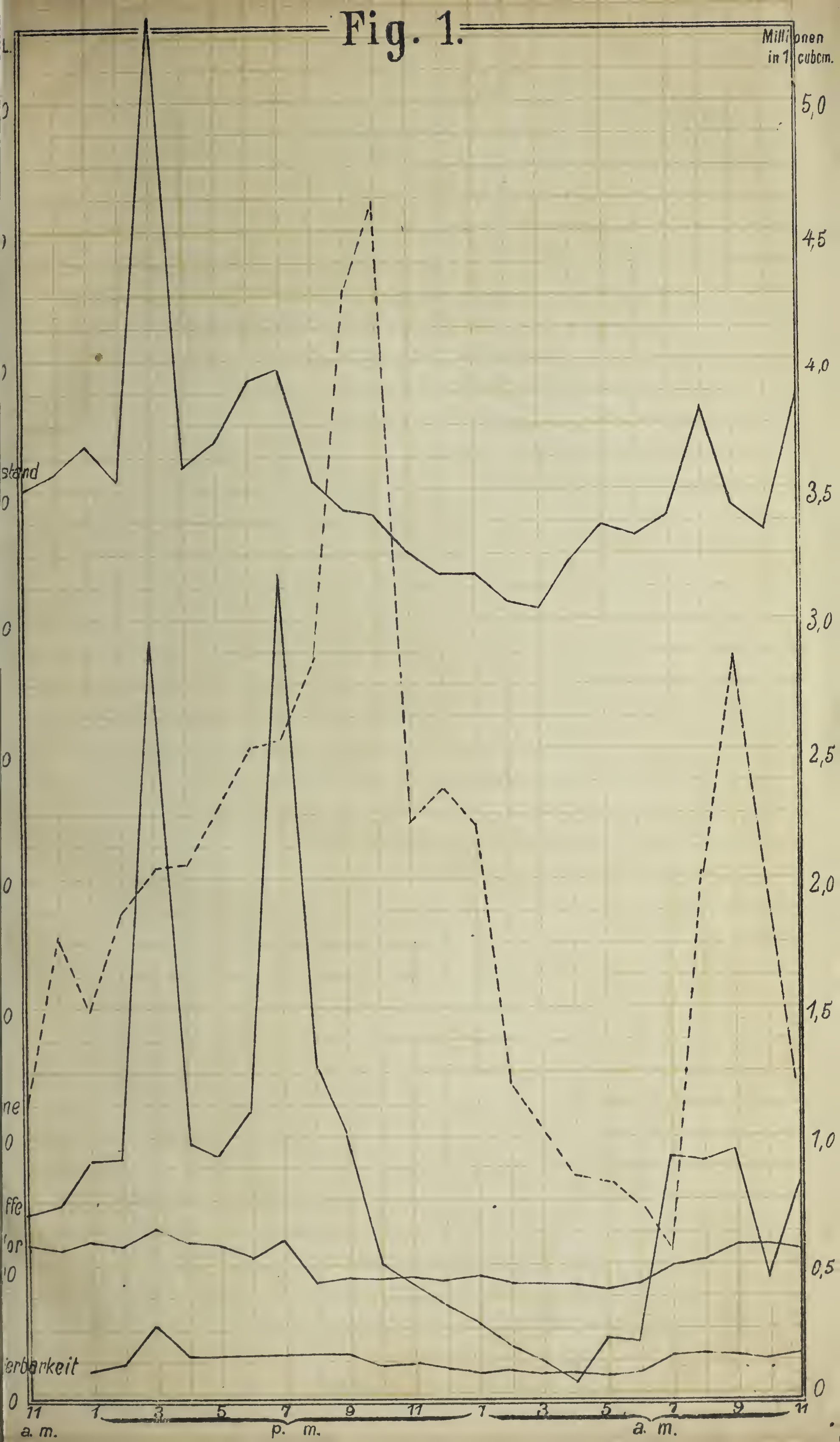

Millionen in 1 cubcm.
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0
stand
ne
ffe
or
erbarkeit
11
a. m.
1
3
5
7
9
11
p. m.
1
3
5
7
9
11
a. m.

Fig. 2.

Suspendierte Stoffe

im Canal ——
im Mühlgraben oberhalb ——
" " unterhalb ......

amme
er

0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0

11 1 3 5 7 9 11 1 3 5 7 9 11

a. m. p. m. a. m.

Fig. 3.

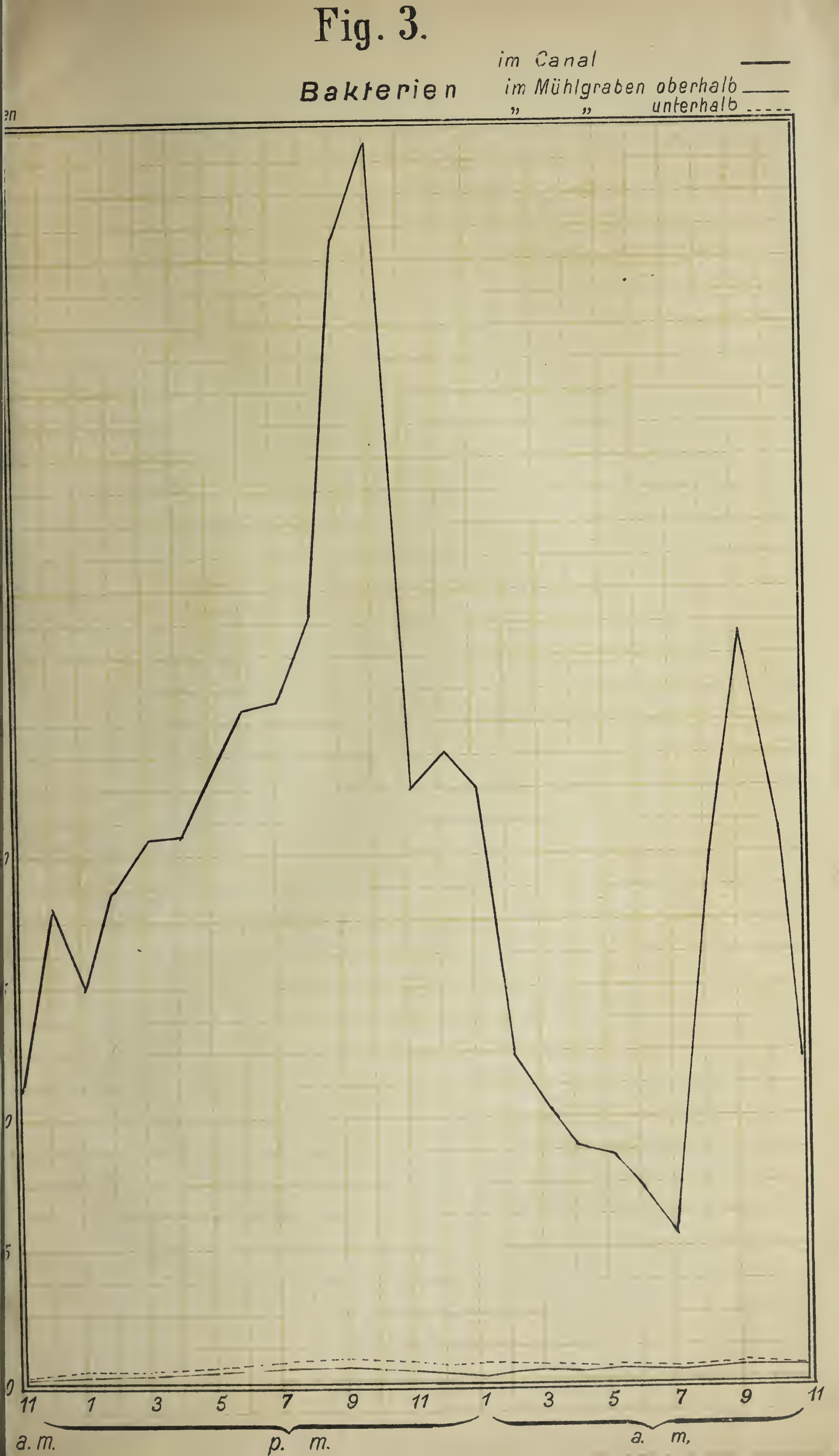

Bakterien
im Canal
im Mühlgraben oberhalb
" " unterhalb
11
1
3
5
7
9
11
1
3
5
7
9
11
a. m.
p. m.
a. m,

Fig. 4.

Rückstand

im Canal ———
im Mühlgraben oberhalb ———
„ „ unterhalb - - - - - -

ramme

11 1 3 5 7 9 11 1 3 5 7 9 11

a. m. p. m. a m.

Litteratur.

1. Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege.
2. Der Gesundheitsingenieur.
3. Archiv für Hygiene.
4. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte.
5. Prausnitz, Einfluss der Münchener Canalisation auf die Isar.
6. v. Pettenkofer, Die Verunreinigung der Isar durch das Schwemmsystem von München.
7. König, Die Verunreinigung der Gewässer, deren schädliche Folgen, nebst Mitteln zur Reinigung der Schmutzwässer.

Lebenslauf.

Ich wurde geboren am 25. Juli 1867 zu Brandenburg a. H. als zweiter Sohn des damaligen Lehrers an der höheren Mädchenschule zu Brandenburg, Hermann Thusius, zur Zeit Pastor Primarius, Kgl. Superintendent und Kreisschulinspektor in Lauban. Den ersten Schulunterricht genoss ich auf der Bürgerschule in Lauban. Später besuchte ich das Gymnasium zu Lauban, welches ich Ostern 1888 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Vom Som.-Sem. 1888 bis Som.-Sem. 1892 studierte ich in Halle Medizin und beendete im Mai 1893 die medizinische Staatsprüfung. Vom 1. Oktober 1893 bis 1. April 1894 diente ich als Einjährig-Freiwilliger beim Magdeburg. Füs.-Reg. No. 36 in Halle. Am 19. Juli 1894 bestand ich das Examen rigorosum.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren Professoren und Docenten:

Ackermann, Bernstein, von Bramann, Bunge, Eberth, Graefe, Harnack, von Herff, Hitzig, Kaltenbach, Knoblauch, Krause, Küssner, von Mering, Oberst, Pott, Renk, Schwartze, Weber, Welcker.

Allen diesen Herren, meinen hochverehrten Lehrern, sage ich an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank.

Thesen.

I.

Die Zulässigkeit der Einleitung städtischer Abwässer in die Flussläufe ist von den speziellen örtlichen Verhältnissen abhängig zu machen.

II.

Prophylaktische Vaginalausspülungen bei Beginn der Geburt ohne besondere Indikation sind zu unterlassen.

III.

Sichere Heilung der Hydrocele ist nur durch die Exstirpation der Tunica vaginalis propria zu erreichen.


3 0112 077832944